ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1917.

PRÉSIDENCE DE M. Paul APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Edmond Perrier** rappelle en ces termes le centenaire d'un des Correspondants de l'Académie, *Carl Vogt*, professeur à l'Université de Giessen :

Je demande à l'Académie la permission de lui signaler un éphéméride qui m'a été rappelé de Genève et qui concerne l'un de ses Correspondants étrangers les plus éminents. Le naturaliste **Carl Vogt** est né à Giessen le 5 juillet 1817 ; le centenaire de sa naissance est tombé par conséquent entre nos deux dernières séances. Il est impossible d'énumérer ici tous ses travaux scientifiques qui ont porté à la fois sur la Zoologie, l'Anthropologie, la Géologie et la Physiologie ; il était aussi peintre, philosophe et parlait avec la même facilité presque toutes les langues d'Europe. Son enseignement ardent et élevé fut un de ceux qui exercèrent la plus grande influence, non seulement sur les étudiants, mais sur les masses populaires elles-mêmes.

Il avait fait ses études à Giessen et il travailla d'abord dans le laboratoire de Liebig, un des rares savants allemands qui, ayant quelque temps travaillé à Paris, reconnaissaient franchement ce qu'ils devaient à la Science française ; il fut ensuite à Berne l'élève du professeur Valentin, puis l'élève et le collaborateur de Louis Agassiz dont la réputation devait devenir universelle, et que l'empereur Napoléon III, également son ancien élève à Neufchâtel, avait songé à appeler en France comme directeur du Muséum vers 1865. En 1844, Carl Vogt vint à Paris où il demeura deux ans et où il se lia avec nombre de savants français, notamment Armand de Quatrefages qui lui conserva toujours une haute estime.

En 1847, sa ville natale lui offrit une chaire; mais la révolution de 1848

grondait en France et avait en Allemagne une puissante répercussion. Carl Vogt se fit l'éloquent propagateur des idées françaises et son influence fut telle qu'elle lui valut d'être condamné à mort dans plusieurs États allemands. Un de ses parents réussit à le cacher, m'a-t-il raconté, parmi les piqueurs de chasse du roi de Hanovre. Il dut bientôt quitter l'Allemagne et se réfugia à Berne, d'où il alla à Nice reprendre au bord de la mer ses études de naturaliste. En 1852, il fut appelé à professer à l'Université de Genève où il a résidé jusqu'à la fin de sa vie et où il ne cessa de se montrer un ami et un admirateur fidèle de notre pays. Lorsque la guerre de 1870 éclata, ces sympathies trouvèrent une occasion de s'affirmer d'une manière effective. Durant son séjour à Paris il avait fait la connaissance de jeunes gens qu'avait enthousiasmés la révolution de 1848 et dont il partageait les opinions libérales; mais il connaissait aussi l'Allemagne et sa préparation militaire; la déclaration de guerre l'épouvanta; le désastre de Sedan ne devait que trop justifier ses craintes. Dès le 6 septembre il écrivait à Étienne Arago, le conjurant d'user de toute son influence pour arrêter là la guerre et traiter; il redoutait, si la guerre se prolongeait, la mutilation de la France. Nous n'avons pas à regretter les épisodes héroïques du siège de Paris et de l'armée de la Loire; mais Carl Vogt ne voyait que trop juste; au moins protesta-t-il de toute son énergie contre l'annexion violente, par l'Empire d'Allemagne, de l'Alsace et de la Lorraine. Plus tard, il ne cessa de flétrir dans ses lettres privées et dans ses écrits l'esprit de conquête de l'Allemagne.

L'estime dont il jouissait à Genève, l'enthousiasme que suscitait son enseignement, la netteté de ses vues lui valurent d'être nommé successivement recteur de l'Université, puis membre du grand Conseil de Genève et finalement Conseiller fédéral.

Il aimait à protéger les jeunes et usait volontiers pour eux de son influence, même à l'étranger quand il le jugeait utile. Combien doivent leur nomination soit dans les hauts postes qui leur ont été attribués, soit même à l'Institut, à l'éloquence simple, sobre et loyale de notre confrère !

L'Académie des Sciences l'avait élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie le 27 juin 1887; il est mort à Genève, le 5 mai 1895.

NAVIGATION. — *A propos de l'extension, à la mer, du régime des fuseaux horaires*. Note de M. **Ch. Lallemand**.

Le 22 janvier de cette année, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note de M. J. Renaud, membre du Bureau des Longitudes et directeur du Service hydrographique de la Marine ([1]), sur les inconvénients de l'*heure vraie*, alors exclusivement employée pour marquer le temps à bord des navires, et sur les avantages qu'il y aurait à lui substituer l'*heure du système universel des fuseaux horaires*.

Le 2 avril suivant, j'avais la satisfaction d'annoncer ([2]) qu'à la suite d'un vœu émis, le 14 février 1917, par le Bureau des Longitudes, sur la proposition de MM. Renaud et Lallemand, le Ministre de la Marine avait prescrit d'employer, à partir du 25 mars, l'heure des fuseaux sur nos bâtiments de guerre et sur les navires mobilisés.

Pour faciliter l'application de cette mesure, le Service hydrographique de la Marine vient de publier *un planisphère des fuseaux horaires*, dont j'ai le plaisir de mettre un exemplaire sous les yeux de l'Académie.

Cette Carte, dressée par M. J. Renaud d'après les données recueillies par le Bureau des Longitudes, donne tous les renseignements utiles à l'application du système. On y a indiqué :

1° Par des teintes différentes, les pays qui ont adopté soit l'heure d'un fuseau, soit la moyenne des heures de deux fuseaux contigus, et les pays qui n'ont pas encore adhéré au système;

2° Pour ceux de ces derniers qui ont une heure nationale, la différence entre cette heure et l'heure de Greenwich, considérée comme *heure universelle ;*

3° Les limites séparatives des fuseaux, constituées : sur terre, par des frontières d'États ou de provinces; sur mer, par des méridiens équidistants de 15°, ou, au voisinage des côtes d'un pays, par la limite des eaux territoriales de ce pays;

4° Le tracé de la ligne de changement de date, près de l'anti-méridien de Greenwich ;

5° Enfin, les numéros adoptés pour distinguer les fuseaux.

Ces numéros s'échelonnent de 0 à 23, à partir de Greenwich et en allant

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 221.

([2]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 544.

vers l'Est. Le numéro d'un fuseau représente ainsi l'heure officielle dans ce fuseau, quand il est minuit à Greenwich.

D'où cette règle très simple :

« Pour passer de la date et de l'heure d'un fuseau à la date et à l'heure universelle correspondantes, il faut retrancher de l'heure du fuseau le numéro de celui-ci ; puis, si ce numéro est supérieur à 12, ou bien si le lieu considéré se trouve, dans le fuseau 12, à l'ouest de la ligne de changement de date, il faut ajouter au résultat 24^h, pour tenir compte du *saut du jour*. »

La Carte dont il s'agit permet ainsi de connaître instantanément l'heure employée dans toutes les parties du globe, sur terre comme sur mer.

A la suite de l'initiative prise par la France, l'Amirauté britannique a constitué, pour examiner la question de l'heure en mer, une commission officielle où, à côté de l'astronome royal, Sir Dyson, et sous la présidence de l'amiral Parry, chef du Service hydrographique, siégeaient des représentants du *Board of Trade*, de l'Administration des Postes, des ministères de l'Intérieur et de la Guerre, de l'*Ordnance Survey*, de l'Office météorologique, de la Société royale, de la Société royale d'Astronomie, de la Société royale de Géographie et de l'*Eastern Telegraph Company*.

M. J. Renaud a, en outre, été gracieusement invité à collaborer aux travaux de la Commission. Réunie à Londres du 21 juin au 3 juillet dernier, celle-ci a finalement, à l'unanimité, recommandé l'adoption, sur les navires britanniques, des règles uniformes actuellement suivies en France à cet égard, savoir :

a. Emploi systématique de l'heure des fuseaux pour les montres d'habitacle, avec indication de cette même heure sur les journaux du bord et sur les relevés d'observations météorologiques. Les appareils enregistreurs resteraient réglés sur l'heure de Greenwich, mais le numéro du fuseau serait inscrit chaque jour sur la feuille ;

b. Chiffraison unique de 0 à 23, substituée à la double numérotation de 0 à 12, pour les 24 heures de la journée ;

c. Substitution du temps civil au temps astronomique dans les éphémérides nautiques ; autrement dit, adoption de l'heure de minuit, aux lieu et place de celle de midi, comme origine du jour.

Sur un seul point, la numérotation des fuseaux, la Conférence de Londres s'est légèrement écartée de la solution française [1]. Elle a préféré désigner

---

[1] En réalité, la Conférence s'est également prononcée, à l'unanimité, contre l'emploi, jugé par elle sans intérêt, de l'*heure d'été* à bord des navires.

chaque fuseau par la correction même permettant de passer du jour et de l'heure de ce fuseau au jour et à l'heure correspondants de Greenwich. Les fuseaux successifs seraient ainsi numérotés, à partir de Greenwich : 0, +1, +2, ..., +12, en allant vers l'Ouest ; −1, −2, ..., −12, en se dirigeant vers l'Est.

Cette solution, théoriquement plus simple que la solution française, offre l'inconvénient de nécessiter l'emploi des symboles + et −, pour lesquels il n'existe pas actuellement de signes spéciaux dans les codes télégraphiques et dont la signification exacte risque d'échapper à beaucoup des personnes appelées à les interpréter.

L'emploi simultané des deux notations, sur le planisphère et sur les horloges, paraîtrait de nature à tout concilier.

Comme conclusion de ses travaux, la Commission de Londres, frappée des services rendus à la Science, en cette occasion et dans plusieurs autres, par le Bureau des Longitudes, a émis le vœu unanime de voir au plus tôt rétablir en Angleterre le *Board of Longitudes,* qui y a existé de 1714 à 1828.

A la suite d'un autre desideratum formulé par la Conférence, le Ministre de la Marine française, d'accord avec l'Amirauté anglaise, vient de prescrire l'indication systématique de l'heure universelle de Greenwich dans tous les télégrammes qui seront dorénavant échangés entre les flottes alliées et les stations côtières des deux pays.

En terminant, j'ai la satisfaction d'ajouter que, par une lettre du 22 juin dernier, notre Ministre de la Marine a été officiellement informé que la marine italienne adoptait, elle aussi, sans changements, les dispositions précédentes.

La rapidité tout à fait exceptionnelle avec laquelle se sont propagées les réformes dont il s'agit montre qu'elles répondaient à de réels besoins.

M. H. Douvillé fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Le Crétacé et l'Éocène du Tibet central*, publié à Calcutta dans *Palæontologia indica* (¹).

Il comprend la description de fossiles recueillis par l'expédition anglaise de 1903 au Tibet, dans l'Himalaya central au nord de Sikkim, à une altitude de 5000^{m} à 6000^{m}. Ces échantillons ont été communiqués par

(¹) *Palæontologia indica,* New series, t. 5, Mém. n° 3, 1916, p. 1-52 ; *Pl. I-XVI.*

M. Hayden, directeur du Geological Survey de l'Inde, qui avait publié précédemment un important Mémoire ([1]) sur la stratigraphie de la région.

Les premières couches fossilifères appartiennent au Cénomanien avec une faune d'Ammonites caractéristique : *Acanthoceras Newboldi*, *Mantelliceras laticlavium*, *M. discoidole*, *Turrilites costatus*, *T. Wiestei*, *T. Desnoyersi*.

Le Turonien est peu fossilifère : *Inoceramus* cf. *labiatus*, var. *lata*, *Plicatula radiola*, *Pycnodonta vesiculosa*.

L'Emschérien est représenté par des calcaires à peu près dépourvus de fossiles.

Le Campanien est caractérisé par de grandes Actéonelles (*A.* cf. *crassa*), par des Rudistes (*Bournonia Haydeni*, nov. sp., *B. tibetana*, nov. sp.), par un grand Inocérame (*Eudocostea Haydeni*, nov. sp.) et par *Pycnodonta vesicularis*. C'est à ce niveau qu'apparaissent les Orbitoïdes (*O. Vredenburgi*, nov. sp., remplaçant ici *O. Tissoti*).

Le Maëstrichtien présente les Foraminifères habituels à ce niveau, *Omphalocyclus macropora*, *Orbitoides media*, *O. tenuistriata*, avec *Hemipneustes tibeticus*, nov. sp., et les derniers *Plagioptychus* (*Pl. tibeticus*, nov. sp.); il faut ajouter un gros Gastropode cérithiforme *Nerinea Ganesha* déjà signalé par Noetling au Béloutchistan; *Plicatula hirsuta* et *Kingena Heberti* complètent les analogies avec les faunes de l'Occident.

Le Danien est tout particulièrement développé. Sa faune présente de grandes analogies avec celle des couches à *Cardita Beaumonti* et à première vue elle a les apparences d'une faune éocène. Parmi les fossiles les plus intéressants je citerai un *Velates* (*V. tibeticus*, nov. sp.) confondu à tort avec *V. Schmideli*, un Nautile à cloisons coudées et à section probablement ogivale, appartenant au groupe crétacé du *N. rota*, un Gastropode coniforme à plis columellaires nombreux et transverses rappelant les *Gosavia* du Crétacé (*G. salsensis*), les grandes Ovules du groupe *Gisortia* (*Ov. depressa*, *Ov.* cf. *ellipsoides*), les grands *Campanile* rappelant les formes de la Craie supérieure de Perse (*C. breve*, *C. brevius*, nov. sp.). Les Orbitoïdes persistent à ce niveau ; elles sont représentées par des formes remarquables par leur grande taille (17^{mm}), leur minceur extrême et leur forme concavo-convexe : le *Lepidorbitoides tibetica*, nov. sp., a un réseau médian extrêmement fin, mais les logettes sont encore nettement arrondies en

---

([1]) *The geology of the provinces of Tsang and U in central Tibet* (*Mem. geol. Surv. India*, t. 36, part. 2, 1907).

avant quoique déjà un peu allongées. Mais dans le *Lep. polygonata*, nov. sp., les loges s'allongent beaucoup plus, de manière à prendre une apparence presque rectangulaire; elles indiquent ainsi le passage aux *Orthophragmina*. On sait que ce genre apparaît en Aquitaine dès le Danien.

A ces couches, dont les affinités avec le Crétacé sont bien marquées, succèdent en concordance, au moins apparente, des assises dont l'âge éocène n'est pas douteux : elles sont essentiellement caractérisées par *Orbitolites complanatus* et *Alveolina oblonga*, fossiles qui, dans le midi de la France, se montrent dès l'Yprésien. Il y aurait donc une lacune correspondant au Thanétien, niveau dont la faune n'est pour ainsi dire pas connue en dehors du bassin parisien; elle présente là les caractères d'une faune froide que l'on ne peut guère s'attendre à retrouver dans la Mésogée. On pourrait alors supposer ou qu'il existe une lacune dans la sédimentation, qui aurait échappé à l'observation, ou que les espèces que nous venons de citer ont apparu dans l'Himalaya avant l'Yprésien, ou bien encore que la faune du Danien aurait persisté sans modification essentielle pendant le Thanétien. C'est le problème du passage du Crétacé au Tertiaire qui n'est pas encore résolu et qui se pose du reste dans des conditions analogues pour les couches de l'Afrique équatoriale.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension vers l'ouest des nappes de la Basse-Provence.* Note de M. **Émile Haug**.

L'existence, dans la Basse-Provence, de phénomènes de recouvrement, mise en évidence, en 1884, par Marcel Bertrand, n'est plus sérieusement contestée. Par contre, l'accord est loin d'être complet sur l'importance qu'il convient de leur assigner, et l'on sait que Marcel Bertrand lui-même hésita longtemps entre deux interprétations dont il avait publié l'ébauche dès 1888. Dans la première, imaginée pour expliquer les particularités tectoniques de la chaîne de la Sainte-Baume, appliquée ensuite au massif d'Allauch, puis étendue à la région de Draguignan et à toute la Basse-Provence, les recouvrements étaient attribués à des plis couchés décrivant « une série de sinuosités, où chaque pli anticlinal se déverse sur le synclinal qui lui fait suite au nord ». M. E. Fournier poussa cette théorie des plis sinueux jusqu'à ses dernières conséquences et M. Repelin s'en faisait encore le défenseur en 1914 pour la région de Draguignan. Marcel Bertrand avait cependant, dès 1888, entrevu la possibilité d'une autre inter-

prétation, qu'il appliqua tout d'abord au massif d'Allauch et qu'il étendit en 1899 aux chaînes voisines. C'était l'hypothèse d'une grande nappe de charriage, originaire du sud, recouvrant les terrains crétacés autochtones et ultérieurement plissée, en même temps que ceux-ci. Dès 1900, M. Repelin s'élevait contre l'extension de cette interprétation à la chaîne de la Nerthe et, la même année, M. Fournier publiait une *Étude synthétique sur les zones plissées de la Basse-Provence*, qui n'est qu'un long réquisitoire contre l'hypothèse d'une nappe générale de recouvrement.

Mes premières courses dans la Sainte-Baume, en 1911 et 1912, m'avaient révélé un certain nombre de faits qui m'avaient paru inconciliables avec l'hypothèse d'une grande nappe originaire du sud. Mais une étude plus détaillée du massif, appuyée sur des levés géologiques au $\frac{1}{10000}$, m'amena bientôt à adopter, dans ses grandes lignes, la seconde interprétation de Marcel Bertrand. J'ai retrouvé dans la Sainte-Baume (¹), en superposition anormale, les trois séries distinguées par Marcel Bertrand dans la chaîne de l'Étoile et dans le massif d'Allauch : 1° la série autochtone; 2° la série renversée; 3° la série normale supérieure. Cette dernière, qui n'est autre que « la grande nappe de la Basse-Provence », comprend elle-même trois unités tectoniques distinctes, qui se comportent comme autant de nappes indépendantes : *a*. la nappe triasique, comprenant également les dolomies hettangiennes, souvent entièrement étirée; *b*. la nappe jurassique, fréquemment réduite aux seules dolomies kimeridgiennes; *c*. la nappe crétacée, réduite quelquefois à l'Urgonien. J'ai établi récemment (²) la continuité vers l'est de la nappe triasique avec le Trias de la dépression permienne et sa superposition directe, dans la région de Brignoles, à la série autochtone.

La présente Communication a pour but de mettre en lumière un certain nombre de faits, qui fourniront, pour les régions situées à l'ouest de l'Huveaune, des arguments nouveaux en faveur de l'existence de la « grande nappe de la Basse-Provence ».

Je ne m'étendrai pas longuement sur le massif d'Allauch ou de Garlaban, qui a été décrit à trois reprises différentes par Marcel Bertrand et qui a fait également l'objet d'une publication de M. Fournier. J'en ai

---

(¹) Émile Haug, *La tectonique du massif de la Sainte-Baume* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4ᵉ série, t. 15, 1916, p. 113-190, *Pl. II*).

(²) Émile Haug, *Sur la tectonique de la région de Brignoles* (*Var*) (*Comptes rendus*, t. **161**, 1915, p. 564).

entrepris le levé géologique au 10000e, en m'attachant tout d'abord à l'étude minutieuse des bandes de terrains charriés qui entourent, sur toute sa périphérie, le massif central autochtone. J'ai peine à comprendre aujourd'hui que ces affleurements aient été pendant si longtemps attribués à un pli couché sinueux, partout déversé vers l'intérieur du massif et refermé sur lui-même, car je n'ai observé nulle part les charnières anticlinales et synclinales qu'on est obligé d'imaginer dans cette hypothèse. J'ai constaté, d'autre part, dans la région du Terme, la continuité parfaite des marnes bathoniennes de la chaîne de l'Étoile avec celles du col du Marseillais, à l'endroit même où, d'après les partisans du pli sinueux, les deux branches de l'anticlinal devraient s'affronter, en se soudant par la charnière. Par contre, j'ai pu presque partout vérifier l'exactitude des descriptions de Marcel Bertrand en ce qui concerne les allures de l'Aptien de la nappe renversée, et j'ai retrouvé, sur tout le pourtour du massif d'Allauch, les trois nappes secondaires du massif de la Sainte-Baume : *a*. la nappe triasique, réduite, en beaucoup d'endroits, à une bande étroite de Marnes Irisées ; *b*. la nappe jurassique, représentée souvent, comme dans la Sainte-Baume, par une simple lame de dolomies kimeridgiennes (Lascours, le Four, Montespin), qui est quelquefois elle-même entièrement étirée (entre Camoin et Font de Mai); *c*. la nappe crétacée, dont les termes principaux, l'Urgonien, le Cénomanien et le Turonien (1), peuvent chacun se trouver en contact direct avec les dolomies kimeridgiennes, voire avec le Trias (les Gavots, Camoin).

Le massif des Romans, improprement appelé massif de Saint-Julien, doit être envisagé, dans sa partie orientale, comme un vaste dôme elliptique d'Hettangien, flanqué au nord et au sud de Rhétien, de Marnes Irisées et de Muschelkalk, en succession renversée, série sur laquelle s'appuie au nord-est une épaisse lame de dolomies kimeridgiennes. A l'ouest du hameau des Romans, la disposition en dôme des dolomies hettangiennes est particulièrement nette; mais, au lieu de rencontrer du Rhétien ou du Trias supérieur au fond du vallon qui entame la voûte, on observe sous l'Hettangien des calcaires aptiens à Orbitolines. M. Bresson, qui en a le premier signalé l'existence, expliquait leur apparition au moyen

(1) J'ai observé, entre les fermes Camoin et Font de Mai, une masse importante de poudingues rouges, intercalée entre le Turonien à Radiolites et les calcaires lacustres sannoisiens. Je l'attribue au Bégudien, dont la présence était jusqu'ici inconnue dans le massif d'Allauch.

d'une faille dont je n'ai pu trouver aucune trace. En réalité, ce pointement d'Aptien ne peut s'interpréter que comme une petite fenêtre, laissant apparaître la nappe renversée sous la nappe triasique, comme l'avait fort bien reconnu Marcel Bertrand. La superposition de l'Hettangien et du Trias de Romans à l'Aptien de la série renversée entraîne de toute nécessité l'absence de racines de la zone triasique de l'Huveaune, ensemble dont personne ne conteste la continuité avec le massif des Romans, d'une part, avec la zone triasique de Rougiers et de Barjols, de l'autre.

La chaîne de l'Étoile, qui fait suite à l'ouest au massif d'Allauch, a fait, de la part de Marcel Bertrand, l'objet d'une description détaillée. Depuis, Gaston Vasseur en a dressé une carte géologique sur la base du vieux 50000e restée inédite, et il devait lui consacrer un Mémoire, qui n'a jamais été rédigé. Je compte prochainement publier quelques coupes laissées par mon regretté collègue et je mettrai en évidence, à cette occasion, les résultats nouveaux dont nous lui devons la connaissance. Ici je veux seulement dire quelques mots au sujet de la célèbre coupe de la galerie de Gardanne à la mer, relevée en détail par Vasseur et reproduite, d'ailleurs d'une manière assez peu exacte, par Boistel (¹).

La galerie, terminée en 1905, a coupé transversalement toute la chaîne de l'Étoile. Elle a passé sous le lambeau triasique de Saint-Germain, en traversant environ 1500^{m} d'Aptien de la série renversée, donnant ainsi une confirmation éclatante aux prévisions de Marcel Bertrand et infligeant un retentissant démenti à celles que M. Fournier avait ainsi formulées : « Quant à nous, nous n'hésitons pas à affirmer que la galerie rencontrera le Trias et peut-être même des termes plus anciens.... Le Trias de Saint-Germain est enraciné et sera coupé par la galerie à la mer ». En réalité, le Trias de Saint-Germain est un lambeau de recouvrement, découpé par l'érosion dans la nappe triasique, qui affleure, sur le versant nord de la chaîne de l'Étoile, sous la forme d'un mince liséré de Marnes Irisées ou de dolomies hettangiennes.

Marcel Bertrand avait annoncé en outre comme probable que la galerie ne traverserait pas l'Aptien et que la plus grande partie de son parcours se ferait dans les couches bégudiennes et fuvéliennes. Le percement de la galerie n'a pas confirmé cette prévision et n'a pas fourni la preuve que « le massif de l'Étoile est entièrement superposé au Crétacé ». Je vais montrer

(¹) A. Boistel, *Résultats géologiques du percement de la galerie de Gardanne à la mer* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. 5, 1905, p. 724-740, 4 fig.).

que cette preuve est fournie, plus à l'ouest, par l'examen attentif des rapports de position qu'offrent entre eux les terrains de la surface.

La chaîne de l'Étoile se raccorde à l'ouest avec la chaîne de la Nerthe par une région déprimée, que franchit le chemin de fer d'Aix, par le défilé de Septèmes, et la route de Marseille aux Pennes, par le col des Cadenaux. Si la surface topographique s'abaisse, la base de la nappe se relève, par contre, de telle sorte que les couches les plus élevées de la série autochtone, les brèches bégudiennes, apparaissent en *fenêtres* ou à travers des *regards* creusés dans la nappe par l'érosion (¹).

La première de ces fenêtres, celle de Sénière, est plutôt l'élargissement d'une bande de Bégudien, souvent très étroite, que l'on peut suivre d'une manière presque continue depuis les environs de la gare de Bouc-Cabriès, à l'est, jusqu'à Taxil, à l'ouest. Au nord de Septèmes, dans la tranchée du chemin de fer dont Marcel Bertrand a publié la coupe, la brèche bégudienne est intercalée entre l'Aptien (avec calcaires marmorisés au contact) et le Bathonien marneux et plonge comme eux vers le sud-est. Plus à l'ouest il n'en est plus de même. Le Bégudien forme une voûte régulière, dont le flanc sud s'enfonce sous des calcaires séquaniens très spathiques, plongeant au sud, tandis que le flanc nord plonge sous des dolomies kimeridgiennes (cote 279), auxquelles font place, un peu plus à l'ouest, des calcaires blancs portlandiens ou valanginiens. Un lambeau de recouvrement de calcaires fortement spathisés, posé sur les conglomérats bégudiens, témoigne de l'ancienne continuité des deux flanquements.

La seconde fenêtre est visible au col même des Cadenaux, elle est traversée par la route. Le Bégudien apparaît au centre d'une voûte formée par les dolomies kimeridgiennes, qui occupent les hauteurs (²).

Une troisième fenêtre est située plus à l'ouest, sur la crête même de la Nerthe, entre le château de Pierrefeu et le Jas de Rode. Les conglomérats bégudiens affleurent sur le chemin de crête sur près de 1^{km}. Ils forment ici aussi une voûte et s'enfoncent, partout où les contours de l'affleurement

(¹) Telle n'est pas l'interprétation admise par Vasseur pour expliquer la présence des affleurements du Bégudien, dont il a figuré assez exactement les contours. Pour lui il s'agit de témoins, épargnés par l'érosion, d'une couverture de Bégudien, qui aurait recouvert en discordance angulaire les couches jurassiques fortement redressées. C'était là également la manière de voir de M. Fournier.

(²) Je compte donner prochainement une description détaillée de cette fenêtre et en expliquer les complications qui, par places, pourraient faire croire à une superposition des brèches aux dolomies.

sont visibles, sous des dolomies hettangiennes. Une excavation récente, creusée sur le bord de la route, permet de voir la superposition sans aucune contestation possible. L'Hettangien, associé d'ailleurs à du Trias, représente la nappe triasique, qui manque généralement dans les deux autres fenêtres et qui supporte ici directement, au nord et au sud, les dolomies kimeridgiennes de la nappe jurassique. Je n'ai observé nulle part de trace de la nappe renversée.

A l'ouest du château de la Nerthe commence une longue dépression de marnes aptiennes, que Marcel Bertrand avait envisagée comme une apparition en fenêtre, au milieu des terrains de la série normale, de la série renversée sur laquelle repose la nappe. En réalité, l'Aptien du Rove repose, à l'extrémité orientale de la dépression, sur de l'Urgonien, qui fait partie de la série normale. Il a été traversé, sur une grande épaisseur, par le puits du Logis Neuf, qui n'a pas rencontré son substratum. La dépression du Rove est limitée par deux failles verticales, parallèles sur une partie de leur parcours, qui mettent l'Aptien en contact avec les dolomies kimeridgiennes. Elle correspond à un effondrement de la clé de voûte de la Nerthe, et ainsi s'explique le fait que le tunnel du canal de l'Estaque à l'étang de Berre n'a pas rencontré la brèche bégudienne.

Au nord et au sud de l'axe de la Nerthe, le soubassement de la nappe apparaît en plusieurs endroits. Marcel Bertrand a reconnu toute l'importance que présentent plusieurs pointements, au milieu de l'Urgonien, de couches plus récentes. J'ai visité ces affleurements et j'ai acquis la certitude que ce sont bien des *regards*, laissant voir le substratum de la nappe. Le pointement de calcaires à Hippurites situé dans un vallon au sud-ouest de Martigues, entre deux sommets cotés 120, constitués par de l'Urgonien subhorizontal, n'est nullement délimité par des failles verticales et ses contours sont très sinueux. Je n'ai rien à ajouter d'essentiel à ce qui a été dit au sujet des fenêtres de la Folie et de Valapoux, près de Carry, mais je tiens à signaler un affleurement de grès aptiens ou albiens en couches verticales, que M. Lutaud et moi avons découvert l'année dernière, à 1600^{m} à l'ouest de Carry et à 300^{m} à peine du bord de la mer, en contact avec de l'Urgonien à peu près horizontal.

Il est manifeste dès lors que la racine de la nappe principale de la Nerthe est située au large. Cette conclusion est à rapprocher de celle qui se dégage d'un fait important signalé récemment par M. Repelin : la présence, dans les îles Pomègues et Ratonnneau, d'Aptien fossilifère, recouvert par l'Urgonien. Au lieu d'attribuer, comme le fait M. Repelin, cet Urgonien

à une nappe spéciale (« nappe de Ratonneau »), bien distincte du dôme de Notre-Dame-de-la-Garde, je serais plutôt tenté de conclure que cet Urgonien charrié, de même que celui de la Nerthe et celui du massif de Carpiagne, représente la partie supérieure de la grande nappe de Provence, nappe dont les racines seraient ensevelies sous la mer et, plus à l'est, sous le bassin crétacé du Beausset.

CORRESPONDANCE.

MM. E. **Bataillon**, **Georges Friedel** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la mesure des ensembles linéaires.* Note de M. **Leau**.

La question de la mesure des ensembles n'est pas entièrement élucidée par la théorie due aux travaux successifs de MM. Jordan, Borel et Lebesgue. S'il peut sembler au moins prématuré de s'occuper des ensembles qui échappent à cette théorie puisque aucun d'eux, comme l'a montré M. Lebesgue, ne saurait être effectivement construit avec les moyens actuels de l'Analyse, il y a lieu, ainsi que M. Borel a commencé de le faire, de comparer entre eux les ensembles de mesure nulle.

Me limitant aux ensembles linéaires, je pose ainsi le problème :

Une famille $\mathcal{F}$ d'ensembles E *est dite* mesurable *si l'on peut faire correspondre, à chaque ensemble de $\mathcal{F}$ un nombre positif ou nul (mais non pas tous nuls), sa mesure, qui satisfasse aux conditions suivantes :*

I. Deux ensembles de $\mathcal{F}$, égaux, ont même mesure.

II. Si l'ensemble somme (A) d'un nombre fini ou (B) d'une infinité énumérable d'ensembles de $\mathcal{F}$ (sans point commun deux à deux) appartient à $\mathcal{F}$, sa mesure est la somme de leurs mesures.

III. La mesure d'un ensemble particulier de $\mathcal{F}$, de mesure non nulle, est un nombre positif arbitraire.

IV. Les mesures des ensembles de $\mathcal{F}$ sont complètement déterminées par les conditions précédentes.

Si une famille satisfait à ces conditions, sauf à la deuxième (B) relative à la somme d'une infinité dénombrable d'ensembles, elle est dite *semi-mesurable;* mais dans le cas d'une telle famille on peut affirmer que, pour certaines sommes d'une infinité énumérable d'ensembles, la précieuse propriété subsiste.

Définitions. — Un ensemble non borné constitue un milieu. Un milieu admet la période de translation h si le déplacement h le superpose à lui-même. Un milieu est de translation lorsqu'il admet des translations h_n formant une suite qui tend vers zéro. Un cas particulier remarquable est celui où le milieu admet pour période la différence d'abscisses de deux quelconques de ses points; j'appelle un tel milieu *homogène;* à un changement d'origine près, c'est un module de points.

Un milieu de translation est la somme de milieux homogénes, de même module de périodes; et réciproquement.

Résultats. — Aux ensembles bornés situés dans un même milieu de translation s'applique soit la méthode de M. Jordan, soit celle de MM. Borel et Lebesgue. On forme ainsi une première espèce de familles mesurables ou semi-mesurables.

Une deuxième espèce est constituée par les systèmes de milieux homogènes deux à deux commensurables. Contrairement aux conventions faites ailleurs il a fallu donner ici des mots *diviseur* et *multiple* des définitions conformes à celles en usage dans toute théorie de mesure de grandeurs; toute coufusion est d'ailleurs évitée. De ces familles de milieux homogènes on passe ensuite à certaines familles de milieux plus généraux de translation : soit A un ensemble de points tel que la différence des abscisses de deux quelconques d'entre eux n'est jamais une période d'un milieu homogène M de la famille $\mathcal{F}$ donnée; les translations de chaque M engendrent à partir de A un milieu N (que l'on peut déplacer), dont l'ensemble est une famille $\mathcal{G}$ mesurable on semi-mesurable en même temps que $\mathcal{F}$.

Envisageons enfin une de ces familles $\mathcal{G}$. A chacun des milieux dont elle se compose sont attachés des ensembles bornés qui forment une famille de première espèce. D'elles toutes constituons une collection unique. Elle est, elle aussi, mesurable ou semi-mesurable et peut même encore s'adjoindre de nouveaux ensembles.

Exemples. — I. Soient des nombres premiers $p_1, p_2, \ldots, p_n$; le milieu constitué par les rationnels qui, irréductibles, admettent au déterminateur $p_1, p_2, \ldots, p_n$ jusqu'aux exposants maxima respectifs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ et les autres nombres premiers avec tout exposant est un milieu homogène $M_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$. Donnons-nous un ensemble A de nombres, algébriques pour fixer les idées, tels qu'il n'y en ait pas deux dont la différence soit un rationnel; a et h étant deux nombres quelconques, le premier de A, le second de $M_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$, l'ensemble des $a+h$ forme un milieu de translation $H_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$ et les ensembles inclus dans les H auxquels s'applique le procédé (généralisé) de M. Jordan forment une famille semi-mesurable. Si l'on prend comme unité l'ensemble des points de $H_{0,0,\ldots,0}$ compris entre 0 et 1, l'ensemble des points de $H_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}$ situés dans les intervalles $\left(0, \frac{1}{q}\right), \left(\frac{1}{q^2}, \frac{1}{q^3}\right), \left(\frac{1}{q^4}, \frac{1}{q^5}\right), \cdots$ (q étant un entier supérieur à 1) a pour mesure $\frac{q+2}{q(q-1)} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \ldots p_n^{\alpha_n}$.

II. Soit une suite $u_1, u_2, \ldots, u_m, \ldots$ d'entiers supérieurs à 1; posons $d_i = u_1 u_2 \ldots u_i$. On peut, a étant un nombre quelconque, le mettre d'une infinité de manières sous la forme

$$a_0 + \frac{a_1}{d_1} + \frac{a_2}{d_2} + \ldots + \frac{a_m}{d_m} + \ldots,$$

les a_m étant des entiers. Prenons $u_m \geq d_{m-1}^p$ et choisissons une variable positive infiniment grande $r_m \leq d_{m-1}^\alpha$, α et p étant deux nombres positifs fixes, $\alpha < p$. L'ensemble E_λ des nombres a pour lesquels une représentation du type considéré satisfait à la condition $\lim \frac{a_m}{r_m} = \lambda$ est un milieu homogène; la portion comprise entre deux bornes a la puissance du continu et a, au sens de MM. Borel et Lebesgue, une mesure nulle (ceci est suggéré par un exemple de M. Borel). Ces propriétés subsistent pour le milieu $\mathcal{E}$ formé par tous les points de tous les milieux E_λ. Si λ parcourt un milieu homogène, l'ensemble E_λ engendre un milieu homogène.

Désignons par $h_1, h_2, \ldots, h_n$, n nombres qui ne sont pas liés par une relation $\Sigma c_i h_i = 0$ à coefficients entiers non tous nuls. Le milieu $M_{\frac{p_1}{q_1}, \frac{p_2}{q_2}, \ldots, \frac{p_n}{q_n}}$ défini par $x = k_1\left(\frac{p_1}{q_1} h_1\right) + \ldots + k_n\left(\frac{p_n}{q_n} h_n\right)$ ($n \geq 2$), les fractions $\frac{p}{q}$ étant données et les k des entiers arbitraires, est homogène, la famille des M est semi-mesurable. Si l'on prend comme unité la partie de $M_{1,1,\ldots,1}$, située de 0 à 1 et si, ayant décomposé un intervalle en un nombre limité ou une infinité énu-

mérable d'intervalles partiels, on en prend une suite S de longueur l, la partie de $M_{\frac{p_1}{q_1},\frac{p_2}{q_2},\ldots,\frac{p_n}{q_n}}$ située dans S a pour mesure $l\frac{q_1q_2\ldots q_n}{p_1p_2\ldots p_n}$.

Or on obtient la même mesure si l'on substitue aux milieux décrits par λ les milieux engendrés par E_λ, prenant pour unité la partie de $\mathfrak{M}_{1,1,\ldots,1}$ comprise entre 0 et 1 et envisageant les points de $\mathfrak{M}_{\frac{p_1}{q_1},\frac{p_2}{q_2},\ldots,\frac{p_n}{q_n}}$ situés dans S. Je désigne ici par $\mathfrak{M}$ avec les mêmes indices le milieu engendré par E_λ quand λ décrit un M.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Determination expérimentale du rendement (machines et chaudières marines).* Note [1] de M. **Tournier.**

Les expériences de machines effectuées à bord des navires se bornent à la détermination de la puissance et de la consommation par cheval-heure. Ce dernier élément est obtenu globalement. On n'a jamais tenté de faire le départ de ce qui revient, respectivement, à la machine et à la chaudière. En cas de mécompte, on ne sait où s'en prendre. C'est une lacune fâcheuse que le calcul du rendement peut combler. Tel est, avec la connaissance des pertes internes de la machine, l'objet d'une étude dont voici le résumé.

Rendement de la machine. — Soient F la puissance, ϖ le poids de vapeur saturée sèche débité à la machine en 1 seconde, λ la chute adiabatique de chaleur que subit le kilogramme de vapeur quand il se détend de la chaudière au condenseur :

L'énergie potentielle reçue par la machine, en 1 seconde, est $\varpi\lambda.425$.

Le travail effectif rendu par elle, en 1 seconde, est $F.75$.

Le rendement ρ de la machine est donc

$$\rho = \frac{F.75}{\varpi\lambda.425}.$$

Rendement de la chaudière et rendement global. — On prouverait de même que le rendement de la chaudière et le rendement global sont respectivement :

$$\rho = \frac{\varpi\lambda}{q\rho_c} \qquad \text{et} \qquad \rho = \frac{F.75}{q\rho_c.425},$$

---

(1) Séance du 11 juin 1917.

q étant le poids de charbon brûlé en 1 seconde, et ρ_c le pouvoir calorifique de ce charbon. Ce dernier rendement, qui s'applique à l'organisme entier, est le rapport du travail recueilli au travail mis en liberté sur les grilles par la combustion du charbon.

Rendements de comparaison. — Les rendements (machine et chaudière) sont fonctions du vide. Ils doivent donc être ramenés à une base commune, c'est-à-dire à une pression conventionnelle du condenseur ($0^{kg},10$, par exemple), comme on fait en hydrographie quand on ramène à un niveau fixe la hauteur d'eau donnée par la sonde.

Supposons qu'une machine étant en mouvement, la pression au condenseur passe de p à $0^{kg},10 < p$: le travail par tour augmente, l'allure s'accélère et devient $n' > n$. Alors le rendement s'écrit

$$\rho_{(0^{kg},10)} = \frac{(F + \Delta F)\, 75}{(\varpi + \Delta\varpi)(\lambda + \Delta\lambda)\, 425}.$$

Après diverses transformations, on obtient pour la machine et la chaudière les équations ci-après, où h_3 représente l'ordonnée moyenne et f_3 la puissance du cylindre de basse pression (BP) :

$$\rho_{(0^{kg},10)} = \frac{F.75}{\varpi(\lambda \pm \Delta\lambda)\, 425}\left[1 \pm \frac{\Delta p}{h_3 \dfrac{F}{f_3}}\right] \quad \text{(pour la machine)};$$

$$\rho_{(0^{kg},10)} = \frac{\varpi(\lambda \pm \Delta\lambda)}{q\, p_c}\left[1 \mp \frac{\Delta p}{h_3 \dfrac{F}{f_3}}\right] \quad \text{(pour la chaudière)}.$$

Calcul de ϖ. — Le débit de vapeur ϖ s'obtient à l'aide des diagrammes et peut se calculer pour chacun des cylindres de la série. Le poids de vapeur agissante passe, pendant la détente, par un maximum qui est caractérisé par ce fait que *la tangente à la courbe en ce point, prolongée jusqu'aux axes, s'y trouve partagée en deux tronçons égaux.*

On détermine ce point à l'aide d'un double-décimètre et l'on note la pression absolue et la fraction de course, i_m, correspondantes. Enfin, en tenant compte du poids de vapeur condensée par la détente adiabatique, entre la chaudière et le point du maximum, on a :

$$\varpi^{(\text{kg-sec})} = V^{m^3}\, i_m\, \gamma\, \frac{2n}{60}\, \frac{x_1}{x_2} \quad \left\{\begin{array}{l} \gamma \text{ étant le poids spécifique,} \\ x_1 \text{ le titre à l'origine,} \\ x_2 \text{ le titre à l'instant du maximum.} \end{array}\right.$$

Mais on ignore généralement x_1. Force est donc de le tenir égal à 1.

Dans ces conditions :

$$\varpi^{\text{kil-sec}} = V^{m^3} i_m \frac{2n}{60} \frac{1}{v},$$

v étant le volume spécifique de la vapeur à l'instant du maximum.

Erreur globale sur $\varpi\lambda$. — En agissant ainsi, on commet une double erreur : sur ϖ, par excès ; sur λ, par défaut. Ces deux erreurs se compensent à très peu près, et même complètement pour les valeurs acceptables du titre. Il n'y a donc pas lieu, sauf en cas d'expériences très précises, de s'en préoccuper.

Détermination de λ *et de* v. — En partant d'une vapeur saturée sèche à l'origine, λ et v s'obtiennent, à vue ou par simple proportion, à l'aide du *diagramme entropique* ou des Tables de vapeur.

Contrôle des pertes intercylindriques. — Les débits de vapeur ayant été calculés avec trois cylindres, on devrait avoir : $\varpi_1 = \varpi_2 = \varpi_3 = \varpi$. Cela ne se produit jamais, ou presque. Les trois débits calculés étant inégaux, *c'est le plus grand des trois qui fixe la valeur de* ϖ.

Et ainsi sont révélées les défectuosités de l'appareil, défectuosités qu'on peut atténuer : en forçant le réchauffage des cylindres de moindre débit ; en visitant au plus tôt leurs garnitures de pistons.

Adiabatisme des cylindres. — L'expérience apprend que *le rendement de la machine est indépendant de la puissance* et que si l'on corrige le rendement calculé des pertes internes, on obtient le *rendement présumé maximum*, de valeur constante.

Donc, après correction, le rapport $\frac{F}{\varpi\lambda}$ est constant. Par conséquent, le défaut d'adiabatisme d'une machine n'exerce aucune action sur son rendement, puisque à $\varpi' < \varpi$ correspond $F' < F$, avec la proportion

$$\frac{F'}{\varpi'} = \frac{F}{\varpi}.$$

Pratiquement, les deux autres rendements peuvent aussi être tenus pour exacts, au moins en valeur relative, si les cylindres sont ceinturés de vapeur vive.

Pertes du détendeur. — En général, ϖ_3 est beaucoup plus faible que ϖ_1 et ϖ_2 ; il n'est pas rare de trouver 20 pour 100 d'écart, effet, sans doute, du voisinage du condenseur et des différences considérables de température et

de pression avec celui-ci. Le dernier cylindre est beaucoup plus sensible que les autres et doit être surveillé de très près pour éviter les pertes de travail. Économiquement parlant, « quand le BP va, tout va ».

Avantages qui découlent de l'emploi de cette méthode. — Un mécanicien intelligent et attentif pourra suivre et améliorer sa machine de façon continue, par le calcul des débits de vapeur. Un ingénieur avisé tirera, du calcul des rendements, des déductions judicieuses dont il fera profiter ses nouvelles unités.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur la position du point d'arrêt dans le mouvement de rotation uniforme.* Note de M. **Victor Vâlcovici**, présentée par M. Appell.

1. Pour trouver la valeur numérique de la résistance que l'air oppose au mouvement de translation rectiligne et uniforme d'un corps solide quelconque, quelques physiciens éminents, comme Dines, Langley, etc., ont employé les appareils de rotation (1) : le corps solide est attaché à un bras qui tourne uniformément autour d'un axe fixe. Puisque la longueur du bras est très grande par rapport aux dimensions du corps solide considéré, le mouvement du corps peut être regardé, en première approximation, comme une translation uniforme et rectiligne.

Néanmoins, ce procédé soulève de nombreuses objections qui amoindrissent la valeur des résultats trouvés. Nous nous proposons de nous occuper dans cette Note d'une de ces objections, à savoir du déplacement du centre de pression.

2. Si une plaque plane rectangulaire est animée d'une translation rectiligne dans la direction de sa normale, le centre de pression est évidemment au milieu géométrique de la plaque. Si on la fait tourner autour d'un axe fixe parallèle à l'un de ses côtés, on constate expérimentalement que le centre de pression se déplace vers l'extérieur, c'est-à-dire s'éloigne de l'axe de rotation.

On sait que le point d'arrêt (le point de la paroi solide où la vitesse du fluide relativement au solide est nulle) coïncide avec le lieu de la plus

---

(1) Pour la description de ces appareils ainsi que pour les renseignements relatifs à la littérature spéciale, voir G. Eiffel, *La résistance de l'air*, Chap. III. Paris, 1910.

grande pression; il indique en quelque sorte le sens du déplacement du centre de pression. C'est la position du point d'arrêt, que j'ai déterminée dans quelques mouvements de rotation en deux dimensions, qui caractérise le phénomène.

Dans l'hypothèse du fluide parfait incompressible j'ai trouvé pour le potentiel des vitesses dans le mouvement engendré par la rotation d'une plaque, dont le plan passe par l'axe fixe de rotation, la partie réelle de la fonction

$$\varphi + i\psi = -\frac{i\omega a}{2}\left(2l\zeta + \frac{a}{2}\zeta^2\right),$$

ζ étant une variable intermédiaire liée à z par la relation

$$z = l + \frac{a}{2}\left(\zeta + \frac{1}{\zeta}\right).$$

J'ai mis dans cette formule $2a$ pour la largeur de la plaque, l pour la distance de son centre à l'axe de rotation, ω pour la vitesse angulaire de rotation et z pour $x + iy$, l'axe Ox étant une droite contenue dans le plan de la plaque et normale à l'axe de rotation.

On en déduit que le point d'arrêt se trouve plus loin que le centre de la plaque, par rapport à l'axe de rotation, si l est supérieur à $\frac{a}{2}$.

En remplaçant la plaque par un cylindre droit circulaire de rayon a et dont le centre se trouve à la distance l de l'axe, on a

$$\varphi + i\psi = -\frac{a^2 l\omega i}{z - l}.$$

Un calcul très simple nous montre que, dans ce cas, le point d'arrêt se trouve entre l'axe et la position qu'il aurait dans le mouvement de translation, l étant supérieur à $\frac{a}{2}$. Je ne connais pas d'expérience qui décide de quel côté se trouve déplacé le centre de pression dans ce cas.

Si enfin on considère le cylindre elliptique au lieu du cylindre circulaire, l'ellipse ayant pour demi-axes a et b $(a > b)$, on aura

$$\varphi + i\psi = -\frac{\omega i}{2}\left[\frac{(a+b)^2}{2}\zeta^2 + 2al\zeta\sqrt{\frac{a+b}{a-b}}\right]$$

avec

$$z = l + \frac{a}{2}\left(\zeta + \frac{1}{\zeta}\right).$$

En calculant la valeur de la vitesse le long du contour, on trouve que,

dans l'hypothèse de la relation

$$l > \frac{a-b}{2} + \frac{ab}{a+b}$$

qui est toujours remplie si le cylindre est extérieur à l'axe ($l > a$), on a trois cas à distinguer :

I. $a < b(1+\sqrt{2})$, le point d'arrêt se trouve entre l'axe et la position qu'il aurait dans le mouvement de translation le long du petit axe (comme dans le cas du cylindre circulaire).

II. $a > b(1+\sqrt{2})$, le point d'arrêt se trouve du côté opposé (comme dans le cas de la plaque).

III. $a = b(1+\sqrt{2})$, il garde sa position au bout du petit axe (comme si le cylindre était animé d'un mouvement de translation dans la direction du petit axe).

Le développement de cette Note paraîtra ailleurs.

ASTRONOMIE. — *Nouveau courant d'étoiles dans le Sagittaire.* Note de M. **J. Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

En comparant, dans mon stéréogoniomètre, deux clichés du Sagittaire obtenus par moi le 17 juin 1912 et le 12 juin 1917, avec un objectif de 16^{cm} de diamètre, 80^{cm} de distance focale et 75 minutes de pose, on découvre, avec la plus grande évidence, l'existence d'un courant d'étoiles. Mes observations se limitent à la région comprise entre $16^h 44^m$ et $17^h 10^m$ en ascension droite, $-21°40'$ et $-28°20'$ en déclinaison.

Dans l'impossibilité d'examiner stéréoscopiquement et à la fois le champ tout entier, j'ai dû le diviser en quatre parties circulaires, qui comprennent presque la totalité de ce champ. Le tableau de fond stéréoscopique est l'ensemble des petites étoiles de la Voie lactée.

En appelant A, B, C et D ces quatre parties examinées séparément au stéréogoniomètre, je trouve que le sens moyen du courant dans chacun d'eux correspond aux directions suivantes :

$$A = 317°, \quad B = 283°, \quad C = 277°, \quad D = 295°, \quad \text{Moy.} = 293°.$$

Les différences ne sont pas attribuables, dans la plus grande partie du moins, aux erreurs d'observation : elles sont dues surtout à des différences

réelles dans le mouvement du courant. Malgré cela, il n'y a pas moins d'évidence dans l'existence de ce mouvement propre commun général des étoiles plus brillantes (qui sont très nombreuses), par rapport aux plus petites étoiles des nuages de la Voie lactée.

Quelques-unes de ces étoiles brillantes font exception au mouvement de ce courant, de même que les amas stellaires et les nébuleuses qui se trouvent dans la même région (M.8 et M.20). En général, les étoiles les plus brillantes ont les mouvements propres les plus forts. Le maximum de ces mouvements propres est de l'ordre de 0",8 par an.

Des observations postérieures m'ont démontré que ce courant est plus étendu encore; même, peut-être, est-il général. Au moins ainsi paraissent l'indiquer les observations stéréoscopiques, de concordance surprenante, que je viens de faire, en plus de celles du Sagittaire, de plusieurs régions de l'Aigle et Antinous, du Cygne, d'Andromède et d'Orion. La région de convergence de ce courant général (antiapex du Soleil) se trouverait entre la Vierge, la Chevelure et le Lion. De nouvelles observations sont indispensables pour arriver à des conclusions précises à cet égard.

GÉOLOGIE. — *Sur une manière nouvelle de comprendre le volcanisme et les apparences pseudo-éruptives du granite.* Note de M. **Adrien Guébhard.**

Parmi les nombreuses données admises comme évidentes sans démonstration pour servir de point de départ aux interprétations de la Géophysique moderne, figure en tête celle de la contracture, par refroidissement, non seulement de l'écorce terrestre, mais aussi de son noyau. Dans une Note récente d'un haut intérêt, quoique fort discutable à cause de l'application qu'elle fait, suivant trop de précédents classiques, à la surface fermée qu'est le sphéroïde, des particularités observables dans la flexion d'une barre ou d'une plaque *à bords libres*, Albert Cochain [1], tout en

[1] Un des plus brillants élèves de M. Termier, prématurément enlevé à la Science avant d'avoir pu pousser plus loin son visible souci de substituer aux envolées de l'imagination, dans les conceptions de l'orogénie, la rigueur des considérations physiques. C'est la lecture de sa Note *Sur une nouvelle manière de comprendre la déformation de l'écorce terrestre : application aux fossés d'effondrement* (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29-32) qui m'a directement suggéré la moitié du titre et de la substance de la mienne.

substituant, pour la partie externe de l'écorce, la notion de « tension superficielle » à celle, opposée, de contracture, maintient celle-ci en ce qui concerne les parties profondes. Or une remarque de Physique élémentaire suffit à montrer combien ce postulat de la théorie des actions tangentielles est, ici, pour le moins, invraisemblable.

Si l'on remonte, en effet, à la formation originelle de la croûte, on est bien obligé de reconnaître que les premiers éléments de consolidation, pour pouvoir flotter à la surface de la fonte incandescente et la couvrir à la longue d'une pellicule continue, au lieu d'aller, au fur et à mesure, se refondre en profondeur ou nourrir au centre un noyau réfractaire, ont dû posséder forcément la propriété qu'a l'eau de prendre, aux approches de la congélation, une densité moindre. Cela ne saurait avoir, du reste, rien de bien surprenant, puisqu'il est connu que le fer, dont est formée la majeure partie du magma central, a précisément pour caractéristique, parmi tous les métaux, de présenter au moment de sa solidification un notable accroissement de volume.

Or cette pellicule, peu à peu épaissie *ab infero*, au fur et à mesure que s'enfonçait vers le centre l'isogéotherme de solidification, dès qu'elle eut formé une croûte solide hermétique, se trouva, vis-à-vis de son contenu fluide, exactement dans les mêmes rapports physiques que la bombe remplie d'eau mise à congeler dans la mémorable expérience de Varsovie, si souvent répétée depuis 1828 (¹). Des crevures périodiques furent fatales, avec extrusion violente du contenu (²). Est-il nécessaire d'insister pour faire voir, dans ce simple rapprochement, l'explication physique la plus élémentaire qui puisse être donnée de la cause immanente du volcanisme proprement dit ?

Tout autre doit être l'interprétation de l'aspect fréquemment éruptif des

---

(¹) Dans toutes ces expériences il fut constaté que l'éclatement de l'enveloppe avait lieu bien avant la solidification complète de la masse, dont la partie centrale avait gardé sa fluidité. L'énormité même de la pression développée s'oppose à la congélation du noyau.

(²) On pourrait objecter l'expérience non moins mémorable des académiciens *del Cimento*, qui constatèrent seulement l'accroissement du diamètre de l'enveloppe d'or de l'eau congelée. Cela ne laisserait pas de s'adapter mieux aux ingénieuses considérations de A. Cochain que son postulatum classique. Mais quel est le physicien qui préférerait assimiler *l'écorce résistante* à l'or mince plutôt qu'au fer solide? Tout au plus y aurait-il quelque vraisemblance à attribuer à la permanence de l'effet de distension interne, entre les crises, les phénomènes connus de l'épirogénie.

granites, puisque l'origine sédimentaire, dûment établie, de la roche métamorphisée, exclut pour elle une provenance nucléaire ignée.

Or, avant qu'aient pu commencer à se déposer des sédiments, il a bien fallu que la croûte eût acquis une épaisseur assez considérable pour faire écran à la chaleur centrale au point de permettre la condensation de la vapeur d'eau et sa chute sur le plancher consolidé. Par-dessus les premiers produits de l'érosion directement arrachés à la croûte à peine altérée, d'autres vinrent s'entasser, de plus en plus différenciés par les modifications de la température, l'apparition de la vie, les crises de détente de la pyrosphère (1); mais, pour aucun de ces agrégats nouveaux, la cohésion chimique, née par voie de précipitation aqueuse, ne put être comparable à la soudure autogène, par voie ignée, du plancher primitif, que A. Cochain a si bien qualifié d'*écorce résistante* (2). Hermétiquement comprimés contre celui-ci, dans les bas-fonds, par une surcharge indéfiniment croissante, les dépôts inférieurs ont dû voir fatalement leur résistance à l'écrasement surpassée, à un moment donné, par l'énormité de la pression qui, les transformant en fluides temporaires, ainsi que dans les expériences connues de Tresca, W. Spring, etc., les força à chercher du côté de moindre résistance, vers le haut, des issues pour fuir, portant au loin, en puissantes vagues souterraines, l'énorme potentiel de forces dégagé par l'inévitable effondrement de la superstructure, jusqu'à trouver enfin, dans des soulèvements et disruptions compensatoires, la complète détente de la part d'énergie non absorbée au travail de métamorphisation cristalline, qui est toujours observé expérimentalement dans ces circonstances.

En entrant dans le détail de ce mécanisme, il n'est pas une des particularités avérées de l'étude des roches granitoïdes qui n'y trouve son explication toute naturelle. Mieux que cela : comme il est clair qu'il a dû arriver plus d'une fois, à mesure que s'élevait l'échelle de la lithogenèse, que la somme des poids des assises supérieures arrivât à surmonter la cohésion d'une couche ancienne appuyée sur une plus résistante, c'est dorénavant comme

(1) Crises, peut-être, point étrangères au long maintien et à l'uniformisation du climat chaud des ères primitives.

(2) C'est avec raison que A. Cochain opposait la résistance de cette couche de première considération à la friabilité de l'épiderme sédimentaire. Il y a longtemps que j'applique une distinction de ce genre aux anomalies de rapports du Jurassique et du Crétacé de Provence. Mais que devient alors l'extraordinaire plasticité dont certains théoriciens gratifient toute l'épaisseur de leurs nappes pour les faire évoluer à l'air libre?

simple cas particulier d'une loi toute générale que je puis présenter la conclusion à laquelle m'avait amené, quant au rôle du Trias dans la Tectonique provençale, une étude détaillée du terrain des environs de Castellane. Si, dans ma Note du 6 avril 1914, je m'en tenais encore aux « contractures de la carapace » comme cause de la « mise sous pression du magma gypseux inférieur..., jouant le rôle pseudo-volcanique de piston hydraulique pour soulever les morceaux disjoints de la nappe craquelée », c'est présentement sans aucun autre appel qu'à la force connue de la pesanteur que je ferme presque mathématiquement le cycle énergétiqne complet d'une démonstration purement physique substituée à l'hypothèse gratuite des « actions tangentielles » sur un des premiers théâtres de leurs prétendues manifestations.

GÉOLOGIE. — *Sur le faciès du Miocène inférieur au sud du Tell et la faune du Cartennien d'Uzès-le-Duc (Algérie).* Note de M. **Marius Dalloni**, présentée par M. H. Douvillé.

Le Miocène inférieur présente, en certains points du bassin néogène qui s'étend entre les ridements de l'Atlas et les plateaux jurassiques, un faciès assez différent de celui du Cartennien des zones plus littorales du Tell oranais. L'une des localités les plus remarquables pour l'étude de cette formation est celle d'Uzès-le-Duc (ou Fortassa), dans la moyenne vallée de la Mina, à 30^{km} au sud de Relizane; les premières assises miocènes, reposant en discordance sur le Nummulitique, y offrent une curieuse similitude de faciès avec les grès et marnes de l'Oligocène marin (Stampien), tant au point de vue de la nature des sédiments qu'à celui de la faune : il s'agit évidemment de deux dépôts formés dans des conditions très analogues.

Sur le flanc méridional du Koudiat el Hamra (418^{m}) l'étage débute par des grès en bancs peu épais, grossiers, en partie constitués par des *Lithothamnium*, des Bryozoaires et des débris de coquilles; dans ces grès s'intercalent de minces lits marneux qui prennent progressivement plus d'importance et passent plus haut à la puissante formation des marnes cartenniennes, laquelle s'étend largement dans le bassin sud-tellien.

Les grès de la base sont très fossilifères. Parmi les organismes inférieurs, en dehors des Algues calcaires, les Foraminifères sont très variés : Cristellaires, Amphistégines, Hétérostégines de grande taille accompagnent une forme importante, *Miogypsina irregularis* Micht., apparue dès l'Aquitanien,

mais surtout caractéristique du Miocène inférieur. C'est la première fois que le genre *Miogypsina* est signalé au sud de la Méditerranée; en Algérie, comme dans toute la région méditerranéenne, il paraît se substituer à ce niveau au genre *Lepidocyclina*, si bien représenté dans l'Oligocène et qui semble ici ne pas lui avoir survécu.

Avec quelques rares Polypiers libres, *Montlivaultia*, *Trochocyathus*, associés à *Isis melitensis* Goldf., j'ai recueilli de nombreux Bryozoaires, parmi lesquels M. F. Canu a reconnu plus de vingt espèces, qui existent pour la plupart dans le Burdigalien de Léognan, mais remontent presque toutes à des horizons plus élevés.

Ce sont surtout les Échinides, parmi lesquels les Cidaridés tiennent une large place, qui permettent d'intéressants rapprochements stratigraphiques; certaines formes très caractéristiques de la base du Miocène dans l'île de Malte, la Sardaigne, le Piémont, la vallée du Rhône sont fort communes à Uzès-le-Duc, notamment *Cidaris zea-maïs* Sism., *Cyathocidaris avenionensis* Desm., *Leiocidaris Sismondai* May., *Dorocidaris Gattungæ* Lamb., *Fibularia Pellati* Lamb., etc.

En outre, les mêmes couches renferment des espèces spéciales appartenant aux genres *Cidaris*, *Diadema*, *Arbacina* et une forme tout à fait particulière de *Streptosomata* qui, contrairement à ce qui se passe chez tous les Échinothurides connus, portait des plaques à tubercules nettement et fortement crénelés, caractère qui la place au moins dans une sous-famille ou une tribu nouvelle et certainement dans un genre nouveau pour lequel M. J. Lambert, qui a étudié très soigneusement les Échinides de ce gisement, veut bien proposer le nom de *Dallonia*.

Les formes précédentes sont associées à *Pentacrinus miocenicus* de Lor., *P.* cf. *Diaboli* Bayan, à de nombreux calices d'*Antedon* et plusieurs espèces de *Crenaster*.

C'est parmi les Lamellibranches qu'on observe le plus de points communs avec la faune typique du Cartennien : *Spondylus crassicostatus* Lamk. est abondant avec *Exogyra miotaurinensis* Sacco et *Ostrea* cf. *frondosa* de Serres. Les Pectinidés offrent des espèces spéciales à l'étage telles que *Pecten pseudo-Beudanti* Dep. et Rom., ainsi qu'*Amussium denudatum* Reuss, *Chlamys justianus* Font., *Macrochlamys restitutensis* Font., *Æquipecten multiscabrellus* Sacco, *Æ.* cf. *bollenensis* May.

Les grès renfermant la faune précédente supportent des marnes assez argileuses où s'intercalent encore vers la base de minces lits gréseux ; c'est à ce niveau qu'on observe, sur la rive gauche de l'Oued el Abd, des fossiles

et en particulier des Foraminifères parmi lesquels abonde une forme tout à fait spéciale du Miocène inférieur piémontais *Batysiphon taurinensis* Sacco, des *Nodosaria*, *Dentalina*, etc. Les marnes cartenniennes sont riches en Ptéropodes, notamment en espèces du genre *Vaginella* (*V. depressa* Daud., *V. acutissima* Aud.), en Pectinidés lisses et en Mollusques pyriteux de très petite taille : c'est la faune habituelle des marnes à *Aturia Aturi* Bast., dont la physionomie est étroitement liée au faciès profond de ce dépôt.

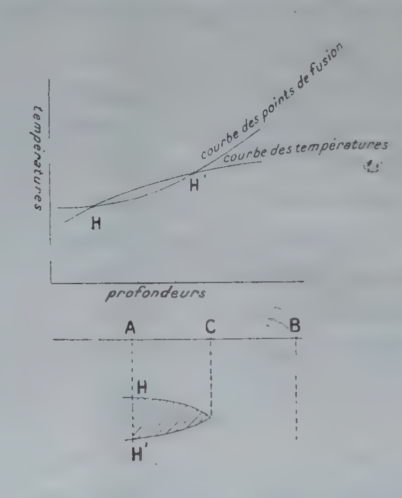
L'intérêt du Cartennien d'Uzès-le-Duc est de présenter, dans ses assises inférieures, un type assez nouveau de l'étage, qui n'a rien d'analogue aux couches grossièrement détritiques à Clypéastres et grands Ostracés par lesquelles se manifeste le début de la transgression miocène au nord du Tell, ni au faciès des grès à Tellines et Turritelles, si commun au même niveau; il est bien différent, d'autre part, du Cartennien inférieur, vaseux, riche en Mollusques des faunes de Léognan et de la Superga, dont j'ai fait récemment connaître l'existence dans le massif de Miliana. C'est une formation de plage, qui rappelle les caractères de certains faluns et offre une remarquable association d'espèces qu'on n'a pas encore signalées en d'autres points de l'Algérie, mais qui caractérisent l'étage au nord de la Méditerranée.

GÉOLOGIE. — *Considérations sur le volcanisme.* Note posthume de M. **Albert Cochain**, présentée par M. Pierre Termier.

La diversité des roches vomies par les volcans, même par des volcans très voisins; le fait que cette diversité se concilie, pour les divers volcans d'un même groupe, avec une ressemblance générale, un *air de famille ;* enfin la variation des laves d'un même volcan au cours de son histoire géologique, conduisent à penser que chaque groupe de volcans, parfois même chaque volcan, a son réservoir spécial de laves, auquel il s'alimente. Comment de tels réservoirs ont-ils pu se constituer? Nous entrons là dans le domaine des hypothèses invérifiables et de la spéculation toute pure. On peut tout au moins se rendre compte de la possibilité du phénomène par le raisonnement suivant :

Le point de fusion d'une roche est fonction de sa composition et de sa pression. Sur la verticale d'un certain point de l'écorce, ces deux éléments varient avec la profondeur et l'on peut représenter la variation de la température de fusion par une certaine courbe. La température est, elle aussi, fonction de la profondeur, et l'on peut également représenter sa variation

par une courbe. Si, entre deux profondeurs H et H′, la courbe des températures passe au-dessus de la courbe des points de fusion, les roches seront, entre ces deux points, à l'état liquide. A chaque point de la surface terrestre, on peut ainsi faire correspondre deux courbes. Pour deux points différents, les courbes sont différentes. Pour un des points, elles peuvent se couper; pour l'autre, elles peuvent ne pas se rencontrer. Toutefois, pour deux points voisins, les courbes sont analogues; et, si l'on se déplace d'une façon continue à la surface de la Terre, les courbes correspondantes à chaque



point se déformeront, en général, d'une façon continue. Si en A les courbes se coupent pour les profondeurs H et H′ et qu'en B elles ne se coupent pas, en allant de A vers B, il y aura un point à partir duquel l'intervalle correspondant à la partie liquide de l'écorce diminuera, pour s'annuler en un autre point C où les courbes seront tangentes. Il en sera de même dans chaque direction autour de A. Ainsi se formera au sein de l'écorce une sorte de lac, constituant le réservoir où viendront s'alimenter un ou plusieurs volcans.

Comment les courbes des points de fusion et des températures arrivent-elles à se couper en certains points? La courbe des températures varie d'une verticale à l'autre : c'est la variation du degré géothermique. La courbe des points de fusion varie aussi, d'abord en raison de la différence de composition chimique des roches, ensuite à cause de l'inégale répartition des pressions. Par exemple, près d'un fossé d'effondrement, par suite de la flexion de l'écorce [1], il y a tension à la surface, tandis qu'en profon-

---

[1] Albert Cochain, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29.

deur la pression sera supérieure à ce qu'elle serait sur la verticale d'un autre point. Il y a donc lieu de penser que c'est surtout sous les régions à fossés d'effondrement que les lacs de laves pourront se constituer.

Une fois admise l'existence de réservoirs souterrains pleins de laves liquides, la montée de la lave dans les régions des fossés d'effondrement, régions où l'*écorce résistante* se trouve soumise à une flexion, s'explique aisément. Les réservoirs, en effet, se trouvent dans la zone de surpression. La lave qui y est contenue transmet cette surpression latérale, non pas seulement latéralement, mais dans tous les sens, donc vers le haut. Elle peut avoir la force suffisante pour rompre la voûte du réservoir, voûte où ne s'exercent que des pressions latérales. Elle gagne alors la zone de tension de l'écorce résistante et, par les fractures de l'*écorce passive*, atteint la surface en formant un volcan. C'est de la même façon que le liquide contenu dans une écorce d'orange est projeté vers l'extérieur lorsqu'on la plie entre les doigts.

On démontre, en Résistance des matériaux, qu'une barre que l'on contraint à fléchir par des pressions latérales tend à se fissurer, dans la partie où règnent les tensions, suivant deux systèmes de fractures perpendiculaires, les unes normales aux pressions, les autres parallèles. Il est naturel de penser qu'il en est de même pour la zone supérieure de l'écorce résistante, qui entraîne l'écorce passive. On comprend ainsi pourquoi les volcans, qui utilisent de préférence les fentes de l'écorce, se placent, dans une même région, soit sur les fractures longitudinales très longues (fossés d'effondrement), soit sur des fractures transversales plus courtes. Tels les volcans du Mexique.

L'explication proposée, qui rattache clairement les volcans aux *bandes de flexion* de l'écorce résistante, donne également la raison de la coulée lente et continue des laves, observée dans de nombreux cas. La lave monte sous l'action des poussées latérales, poussées qui ne cessent pas du fait que le réservoir est mis en communication avec l'extérieur, mais continuent à agir avec la même puissance irrésistible. Au bout d'un certain temps, cependant, l'équilibre peut être atteint, et le volcan semble mort. Mais si le mouvement de flexion de l'écorce continue, la pression recommence à grandir, devient assez forte pour ouvrir à nouveau les anciennes cheminées où s'était solidifiée la lave des éruptions précédentes : le volcan revit, après une phase paroxysmale.

Si la théorie ébauchée précédemment [1] pour les fossés d'effondrement

---

(1) Albert Cochain, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 29.

et celle que j'expose aujourd'hui pour les volcans correspondent en quelque mesure à la réalité, l'examen de la répartition de ces deux catégories d'accidents à la surface du globe devra nous permettre de déterminer le tracé des principales *bandes de flexion* de l'écorce résistante. Une des questions les plus importantes est celle de la relation de ces bandes de flexion avec les plissements visibles à la surface, c'est-à-dire avec les chaînes de montagnes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mouvement propre des chromatophores.* Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par M. Guignard.

On sait depuis longtemps que les grains de chlorophylle de certaines plantes vasculaires et les chromatophores de certaines Algues se déplacent sous l'action de la lumière; mais, bien que nombre d'auteurs se soient occupés de cette question, nous ignorons encore quels moyens mécaniques assurent leurs changements de position dans les cellules. D'après les uns, les corps chlorophylliens seraient actifs et se déplaceraient d'eux-mêmes; toutefois, les variations de dimensions invoquées à l'appui de cette manière de voir sont tellement minimes et tellement lentes qu'elles laissent place au doute. D'après les autres, ils seraient passifs, entraînés par le cytoplasme. Les exemples classiques les plus favorables étant insuffisants, il fallait attendre, pour résoudre la question, la découverte de chromoplastes doués d'une plus grande sensibilité phototactique.

Or les plantules monostromatiques de Laminaires fournissent les matériaux vainement cherchés jusqu'à présent; leurs chromatophores se déplacent et se déforment par contractilité propre. Le phénomène est tellement frappant que je l'ai constaté à Guéthary (Basses-Pyrénées), en mars 1914, sur les premières plantules de *Saccorhiza bulbosa* que j'ai eues sous les yeux; depuis, je l'ai vérifié plusieurs fois à Guéthary et au laboratoire de Roscoff. Les plantules récoltées dans la nature m'ont paru plus sensibles que celles de mes cultures.

Des lames longues d'environ un demi-centimètre, examinées vers leur milieu, sont les plus favorables à l'observation, car, vers le sommet, les cellules sont plus grandes et plus âgées et, vers la base, elles sont trop petites. Des plantules fraîchement cueillies et placées à l'ombre dans un verre de montre ont une teinte foncée; chaque cellule renferme sur chaque face péricline quatre à huit chromatophores étalés laissant entre eux un

étroit espace incolore (*fig. A*), ou même qui se moulent les uns contre les autres, sans vides, tandis que les faces anticlines n'en abritent aucun. Si l'on place le verre de montre dans un endroit bien éclairé par la lumière diffuse, les chromatophores se déforment, diminuent de surface, se présentent en disques ou en courts rubans parfois rétrécis en leur milieu (*fig. B*), puis ils rampent contre la paroi, se dirigent vers les faces anticlines, se

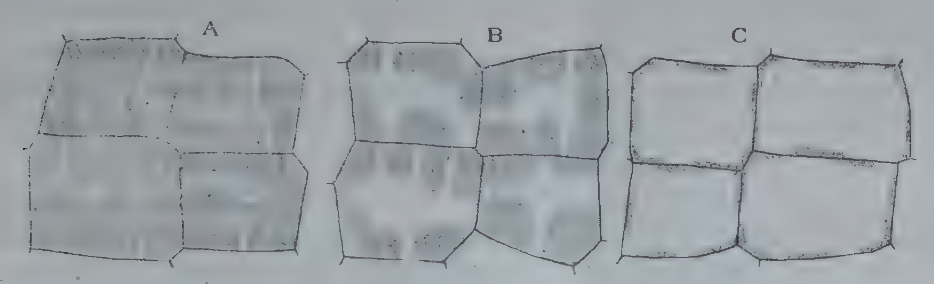


Fig. A. B. C. — Disposition des chromatophores dans les cellules d'une plantule de *Saccorhiza bulbosa*, d'après des croquis pris sur le vivant, à Guéthary, dans l'après-midi du 7 mars 1916.

courbent le long de celles-ci et bientôt ne présentent plus que leur tranche à l'observateur (*fig. C*), tandis que les faces périclines devenues incolores laissent voir le noyau; chaque chromatophore paraît plus foncé, mais l'ensemble est plus clair. Vingt minutes ont suffi pour obtenir ce résultat et l'intensité lumineuse semble seule agissante, non la direction de la lumière. L'expérience inverse réussit aussi facilement sur les mêmes plantules; si l'on couvre le verre de montre avec une feuille de papier gris, les chromatophores rampent de nouveau vers chaque face péricline, s'y étalent et se rejoignent. La marche du phénomène est parfois plus lente; n'ayant point eu le loisir de l'étudier de plus près, je ne puis préciser les meilleures conditions de réussite.

Les plantules de *L. saccharina* et de *L. flexicaulis* montrent aussi la contractilité des chromatophores, mais moins nettement que celles du *S. bulbosa*. Je n'ai pas examiné l'*Alaria* à ce point de vue; toutefois, les dimensions des cellules et des chromatophores laissent présumer qu'elles fourniraieut de bons matériaux d'étude.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production artificielle d'une galle.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré antérieurement ([1]) que le liquide de culture du *Rhizobium radicicola* détermine sur le tissu cortical de la racine du Pois des phénomènes d'hyperplasie et d'hypertrophie; Smith ([2]) vient d'en réaliser d'analogues en faisant agir isolément certains produits que le *Bacterium tumefaciens* élabore dans les solutions qui servent à le cultiver; cet auteur a obtenu, en particulier avec l'acide acétique, des résultats de l'ordre de ceux que l'emploi de solutions de glycérine avait fournis à J. Laurent ([3]).

Toutes les données qui résultent de l'étude morphologique du développement des galles produites par les animaux donnent à penser que le même déterminisme est applicable à ces formations et qu'elles résultent, elles aussi, de l'action de substances sécrétées par les organismes cécidogènes.

Je me suis adressé, pour tenter d'obtenir une vérification de cette hypothèse, à la galle que l'*Aulax Papaveris* Perris provoque fréquemment sur les pistils de *Papaver dubium* et de *P. Rhœas*. Dans un travail antérieur ([4]), j'ai suivi le développement de cette cécidie chez le *P. dubium* et montré que les œufs sont déposés à la surface des lames placentaires, qui subissent une hypertrophie rapide, arrivent à se toucher et finissent, en se soudant, par constituer une masse compacte dans laquelle on reconnaît l'existence de nombreuses loges occupées chacune par une larve; lorsque ces galles sont jeunes et que les placentas ne sont pas encore adhérents, il est aisé, après avoir ouvert la paroi ovarienne, de prélever les larves qui se trouvent sur les placentas et dont le nombre peut dépasser 50 pour un seul pistil. En broyant ces larves en présence d'une petite quantité d'eau ($0^{cm^3},5$ pour 200 larves environ), on obtient un liquide qu'on rend limpide par compression à l'intérieur d'une petite seringue garnie dans le fond d'un filtre d'amiante; c'est ce liquide dont j'ai essayé l'action sur les pistils sains de *P. Rhœas*.

J'écartais les sépales de fleurs sur le point de s'ouvrir et je dégageais le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1531.

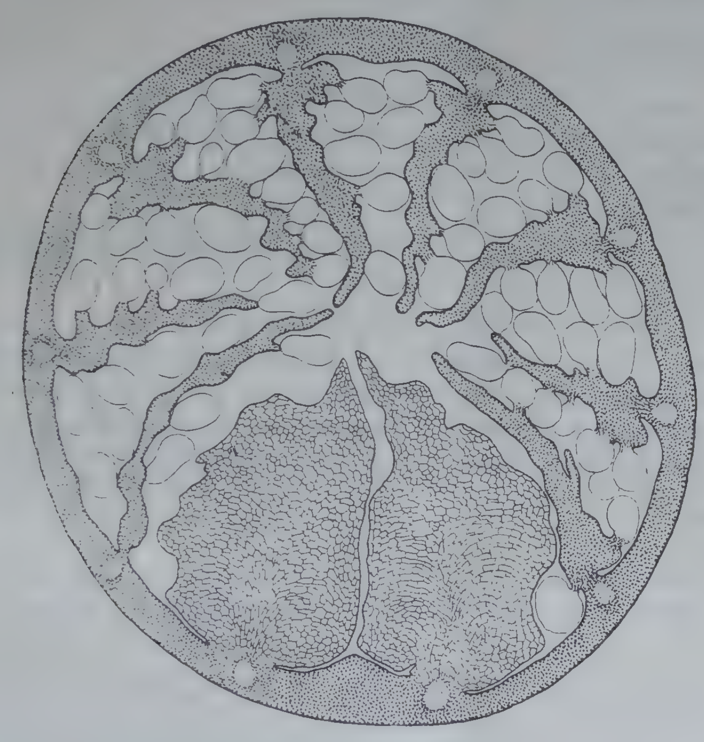
([2]) *Proc. of the Nat. Acad. Sc. of the U. S. of Amer.*, t. 3, 1917, n° 4.

([3]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1904, et *Bulletin de la Société botanique de France*, t. 60, 1913, p. 592.

([4]) *Revue générale de Botanique*, t. 11, 1899, p. 209.

pistil; sur le côté de celui-ci je pratiquais une très petite ouverture et j'introduisais l'aiguille d'une seringue Pravaz, contenant le liquide précédemment préparé, au centre du plateau stigmatique et en la dirigeant suivant l'axe du pistil; un peu de liquide était poussé dans l'ovaire, le trou latéral permettant l'expulsion de l'air contenu dans l'organe et son remplacement par quelques gouttes du liquide.

On voit l'avantage que présente l'organe choisi pour ces expériences; on



Coupe transversale d'un pistil de *Papaver Rhœas*, effectuée 7 jours après la pénétration du liquide larvaire entre les deux lames placentaires inférieures; celles-ci se sont considérablement hypertrophiées, les autres restant normales. (Gross. : 12 fois.)

ne lèse par les manipulations que des tissus accessoires et les lames placentaires sur lesquelles on veut étudier l'action du liquide restent indemnes de tout traumatisme direct. Ajoutons qu'avant et après le traitement qui vient d'être indiqué les pistils étaient mis à l'abri de l'attaque possible de l'*Aulax Papaveris* à l'aide d'un sac de mousseline très fine.

Au bout de quelques jours j'observais à l'intérieur de tous les pistils ainsi traités un nombre variable de placentas fortement hypertrophiés,

arrivant à se toucher et présentant une similitude d'aspect et de structure tout à fait remarquable avec ceux qui sont déformés par les larves; la différence essentielle entre les deux productions réside en ce qu'on n'observe pas, après l'action du liquide, de transformations graduelles, semblables à celles qui sont réalisées à partir de la région où se tient la larve et correspondant, en particulier, à la différenciation du tissu nourricier; on peut supposer que cela est dû à ce que le liquide a agi d'une manière homogène, pénétrant rapidement par toute la surface des placentas mouillés par lui et que, d'autre part, il n'a pas été renouvelé.

La figure ci-jointe me dispensera de toute description plus détaillée; on y voit, à côté de placentas non transformés, deux lames placentaires très renflées, les seules qui, dans cet échantillon, se soient trouvées en contact avec le liquide introduit; elles étaient situées de part et d'autre du trou pratiqué latéralement.

J'ai obtenu des résultats analogues avec l'ovaire de *P. somniferum* qui n'est pas attaqué par l'*Aulax Papaveris*.

Il reste à déterminer quelle est la nature du corps qui agit dans les expériences que je viens de rapporter; je montrerai que plusieurs substances définies produisent des effets semblables; pour l'instant, je me borne à attirer l'attention sur le fait que l'hypertrophie réalisée dans une zoocécidie peut être obtenue artificiellement en dehors du parasite.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Parasitisme normal et microbiose.* Note [1] de M. V. Galippe, présentée par M. Dastre.

Au cours de recherches sur le rôle joué par le *parasitisme normal*, dans le phénomène de maturation des fruits, j'ai été amené à faire un certain nombre d'observations sur l'action des *traumatismes* considérée comme favorisant le développement à l'intérieur de ces fruits, d'espèces microbiennes très diverses, de champignons microscopiques et, plus rarement, de levures.

La démonstration de cette action du traumatisme présente de grosses difficultés en raison précisément du *parasitisme normal*. En effet, on ne rencontre pour ainsi dire pas de fruit aparasitaire.

Mais il est un autre ordre de faits relatifs aux éléments vivants contenus dans ses

---

[1] Séance du 16 juillet 1917.

cellules et à leur évolution. Béchamp a donné le nom de *microzymas* à ces éléments vivants intracellulaires, nom que nous leur conserverons, sans nous préoccuper de rechercher, au moins pour l'instant, quels liens existent entre les *microzymas* de Béchamp, les vacuolides de R. Dubois et les mitochondries de Benda.

L'évolution des *microzymas* peut être provoquée par différents procédés. Elle a pour condition essentielle la destruction ou l'isolement des cellules faisant partie d'un tissu, par un moyen mécanique, ou en général la dissociation de cette cellule.

Ces *microzymas* acquièrent des formes nouvelles et aussi des propriétés différentes de celles qu'ils avaient dans les cellules normales. Certains d'entre eux sont susceptibles d'être cultivés.

D'une part, nous avions affaire au *parasitisme normal*, commun aux végétaux et aux animaux, et de l'autre, aux éléments vivants intra-cellulaires.

Pour différencier ces deux ordres de phénomènes, nous avons donné le nom de *microbiose* aux fonctions biologiques remplies par les éléments vivants intra-cellulaires.

Or le but de nos expériences était précisément de provoquer par des traumatismes des phénomènes de *microbiose*, en nous mettant, dans la mesure du possible, à l'abri du *parasitisme normal* sur l'action duquel ils ont également une action déterminante.

Pour réaliser nos expériences, nous nous sommes adressé à la pomme. C'est un des fruits qui se conservent le mieux et chez lequel l'action du *parasitisme normal* se fait le moins sentir.

J'ai seulement considéré comme positives les expériences dans lesquelles j'avais uniquement, par des procédés mécaniques, déterminé l'apparition de microrganismes dus à la *microbiose*, ainsi que celles dans lesquelles les phénomènes, imputables à celle-ci, avaient dès longtemps précédé la mise en activité du *parasitisme normal*. Après avoir pris les précautions antiseptiques les plus rigoureuses, une pression aussi énergique que possible était exercée sur un point limité du fruit. D'une façon générale, la durée de l'expérience ne doit pas dépasser 15 à 20 jours. Après ce délai, la partie contuse du fruit est ensemencée. Cette région a pris une coloration brunâtre; le tissu contus a une consistance semi-ligneuse et donne l'impression d'être nécrosé. La prise du tissu sain est effectuée, dans le point le plus éloigné de la région contuse, avec les mêmes précautions antiseptiques, traité par les mêmes méthodes et les mêmes procédés de culture. En m'en tenant aux conditions rigoureuses que je m'étais fixé, j'ai obtenu dans une proportion de 55 pour 100 des résultats conformes à l'idée théorique qui m'avait guidé. C'est surtout dans les cellules en voie de dissociation, ayant achevé leur rôle collectif et fonctionnant en quelque sorte *anarchiquement*, qu'il m'a été donné d'observer les *microzymas*.

Je ne tardai pas à me rendre compte que cette méthode d'attrition simple ne me permettait pas d'obtenir des lésions assez profondes et que des moyens mécaniques plus énergiques risquaient de compromettre l'intégrité du tégument externe du fruit. J'ai dû recourir à un autre procédé expérimental qui m'a donné d'excellents résultats. Après avoir choisi des fruits sains et pris les précautions antiseptiques d'usage, à l'aide d'une spatule de platine portée au rouge vif, le tégument externe du fruit est carbonisé sur un espace de 3^{mm} environ.

Par ce pertuis, on introduit dans la pomme l'extrémité effilée et ouverte d'une pipette stérilisée. La partie effilée de la pipette est brisée au niveau de l'ouverture pratiquée sur le fruit et le tout est recouvert d'une couche épaisse de paraffine, portée à une température supérieure à 100° C. On réalise ainsi les conditions d'une plaie par contusion et dilacération des tissus, avec la présence dans ceux-ci du corps étranger vulnérant. Dans une proportion de 67 pour 100, cette seconde série d'expériences m'a donné des résultats conformes à ceux que j'attendais.

La gelure produit les mêmes effets sur les végétaux que les traumatismes.

Le *parasitisme normal* et la *microbiose* nous paraissent constituer une loi générale pour tous les êtres vivants. Tous les tissus doivent donc renfermer des microzymas et le tissu musculaire ne fait pas exception.

En présence du caractère général de l'action du traumatisme comme agent provocateur de la *microbiose*, j'ai pensé que certaines particularités des plaies de guerre et en particulier de celles affectant le tissu musculaire pourraient rentrer dans le cadre général de mes expériences et être susceptibles de la même interprétation.

L'observation clinique montre que les choses doivent se passer dans le tissu musculaire contus, dilacéré, comme dans mes expériences sur les tissus végétaux. Le traumatisme provoque des phénomènes de *microbiose* auxquels s'ajoutent ceux produits par le *parasitisme normal*. Sans nier l'intervention des germes infectieux venus du dehors, nous pensons qu'ils ne jouent qu'un rôle secondaire, vis-à-vis de ceux qui se développent dans le tissu musculaire contus, en voie de mortification. Il en résulte qu'un projectile absolument aseptique peut, uniquement par son action mécanique, déterminer des accidents infectieux.

Les données expérimentales confirment donc celles fournies par la clinique.

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur le choc traumatique.*

Note (1) de M. **William Townsend Porter**, transmise par M. d'Arsonval.

I. *L'embolie graisseuse est la cause la plus fréquente du choc.* — On sait : (*a*) que les blessures le plus souvent suivies de choc sont les fractures des gros os (spécialement du fémur) ainsi que les blessures multiples intéressant le tissu adipeux sous-cutané; (*b*) qu'après de pareilles blessures on peut constater la présence de globules de graisse dans les veines et des

(1) Séance du 9 juillet 1917.

embolies graisseuses dans d'autres organes; (*c*) que l'injection intraveineuse d'huile d'olive chez le chat ou le lapin produit l'embolie graisseuse du cerveau, des poumons, etc.

En janvier 1917 j'ai ajouté à ces constatations antérieures la preuve que l'embolie graisseuse est une cause de choc.

Une injection de $3^{cm^3},5$ à 4^{cm^3} d'huile d'olive neutre, faite dans la veine jugulaire d'un chat pesant de 2^{kg} à $2^{kg},5$, est suivie d'un abaissement progressif de la tension artérielle, qui tombe même à 40^{mm} de mercure, ainsi que de tous les autres symptômes de choc, notamment la perte de connaissance (apparente), la respiration accélérée, le pouls faible et plus fréquent.

Au mois de juin j'étais à 300^{m} de la crête du mont Blond sur le massif de Moronvilliers, lorsqu'il fut enlevé par les Français. Là, pendant trois jours et trois nuits, et ensuite pendant les cinq jours qui suivirent et que j'ai passés dans une ambulance de triage, j'ai vu plus de 1000 blessés.

A part quelques cas abdominaux vraisemblablement de lésion directe des nerfs vaso-moteurs des vaisseaux abdominaux, tous les autres cas de choc étaient occasionnés par des fractures du fémur et par des blessures multiples des tissus sous-cutanés, cas dans lesquels l'embolie graisseuse a certainement eu lieu.

II. *La respiration accélérée au moyen d'inhalations d'anhydride carbonique est un remède des plus utiles contre le choc.* — En effet, on sait que, dans le choc, le sang s'accumule dans les veines abdominales, d'où il résulte qu'un traitement logique du choc exige que le sang soit dirigé, du système portal anormalement congestionné, dans les artères.

En avril 1917 j'ai démontré que, chez des chats chez lesquels le choc avait été produit par embolie graisseuse, l'inhalation d'anhydride carbonique détermine des augmentations de la pression diastolique artérielle de 15^{mm} à 30^{mm} de mercure. Ainsi la pression s'est élevée de 50^{mm} à 65^{mm} et même à 80^{mm}. L'animal avait été placé dans une position inclinée, le cœur étant plus bas que les veines abdominales. L'inhalation d'anhydride carbonique a considérablement accéléré le fonctionnement du diaphragme et des autres muscles respiratoires. Ce phénomène fut suivi d'un accroissement d'aspiration du thorax d'où il résulta que le sang fut pompé du système portal dans le cœur.

Je suis resté du 23 au 30 juin dans une ambulance de triage près du Chemin des Dames. Parmi les observations que j'y ai faites, je choisis

les exemples suivants qui montrent la valeur du traitement respiratoire du choc :

Cas I. — Le 25 juin, 7^h. Amputation des deux jambes. Tension diastolique, 51^{mm}. Après qu'une inhalation d'anhydride carbonique a fait doubler la quantité d'air entrant dans les poumons, la tension diastolique s'est élevée à 60^{mm}. A 11^h le blessé est hors de danger.

Cas II. — Le 26 juin, $8^h 25^m$. Deux plaies profondes dans le dos, multiples blessures en d'autres endroits. Tension diastolique, 53^{mm}. La mise en position inclinée et l'injection de sérum chaud dans les veines font monter la tension à 70^{mm}. Opération à $10^h 15^m$, qui dure 15 minutes. $10^h 30^m$: tension diastolique, 52^{mm}. Une injection d'adrénaline la ramène, pour quelques instants seulement, à 57^{mm}. A $11^h 15^m$, la respiration est augmentée grâce à l'inhalation d'anhydride carbonique. $11^h 20^m$: tension diastolique, 60^{mm}. $11^h 25^m$: la respiration d'anhydride carbonique étant interrompue, la tension retombe à 53^{mm}. A $11^h 35^m$, le gaz étant de nouveau employé, la tension remonte à 61^{mm}. Le patient est sauvé.

Cas III. — 29 juin, 6^h. Jambe droite écrasée, beaucoup de petites blessures traversant le tissu adipeux sous-cutané. Tension diastolique, 47^{mm}. Une injection intraveineuse (dans le bras) de sérum n'élève pas la tension. Injection sous-cutanée d'éther sans effet. Une augmentation de la respiration au moyen d'inhalation d'anhydride carbonique amène immédiatement une augmentation de la tension. Le pouls, à peine perceptible au poignet, devient nettement plus vigoureux. A $11^h 30^m$, on continue l'inhalation de CO^2 pendant qu'on ampute la jambe et panse les autres blessures. Pas de réactions défavorables, bien qu'il soit à peu près certain que, dans des conditions ordinaires, c'est-à-dire sans respiration d'anhydride carbonique, l'opération aurait eu presque certainement une issue fatale.

L'accroissement de la respiration par l'administration d'anhydride carbonique est par conséquent du plus grand avantage dans les cas de choc. C'est le seul moyen connu jusqu'à présent de relever la tension artérielle dans les cas de choc profond.

La tête du blessé doit être placée dans une caisse en bois d'une hauteur, largeur et longueur d'environ 35^{cm} chaque. Le côté de l'entrée de la tête est divisé en deux parties. La partie inférieure est fixe et possède une ouverture demi-circulaire pour la face postérieure du cou. La partie supérieure est mobile; elle a une ouverture demi-circulaire pour le devant du cou. Cette partie se rabat sur le cou comme une guillotine. On place du coton entre les bords de l'ouverture et le cou.

Il y a un trou de 2^{cm} de diamètre des deux côtés de la boîte; ces trous peuvent être remplis de coton pour régler la quantité d'anhydride carbonique et d'air. L'anhydride carbonique entre par un de ces trous. Il sort d'un cylindre muni d'une soupape régulatrice.

En chemin il doit bouillonner à travers un vase à demi plein d'eau. Le volume de gaz employé peut se mesurer avec suffisamment d'exactitude en comptant le nombre de bulles par minute. Il faut employer une quantité de gaz suffisante pour que la respiration soit le double de ce qu'elle était. Le malade doit être placé dans une position inclinée, les pieds de 30^{cm} plus élevés que la tête. Il faut attacher la plus grande importance à n'interrompre que très progressivement l'inhalation d'anhydride carbonique. Il serait certainement avantageux de se servir de ces inhalations durant les opérations comme dans le cas III ci-dessus cité.

L'inhalation d'anhydride carbonique peut être administrée sans autre appareil que la boîte ci-dessus décrite. Dans ce cas le malade respire l'acide carbonique qu'il produit lui-même.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'avril 1917 (*suite*).

Notice sur l'horizon gyroscopique Fleuriais, modèle de MM. Ponthus et Therrode, par L. Favé. Extrait des *Annales hydrographiques*, 1904. Paris, Imprimerie nationale, 1904; 1 fasc. in-8°.

Service hydrographique de la Marine. *Règlements des concours de chronomètres, compteurs, montres de torpilleurs et montres no-magnétiques.* Extrait des *Annales hydrographiques*, 1906. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les instruments et les méthodes propres à la détermination du point en ballon, par L. Favé. Extrait des *Comptes rendus et mémoires du IIIe Congrès international d'aéronautique à Milan.* Poissy, Lejay et Lemoro, 1907; 1 fasc. in-8°.

Marégraphe plongeur. Appareil enregistrant les marées sur les côtes et au large, par L. Favé. Extrait des *Annales hydrographiques*, 1908-1909-1910. Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 fasc. in-8°.

Le point sans l'horizon de la mer. Horizon gyroscopique de l'amiral Fleuriais, modèle de MM. Ponthus et Therrode, par L. Favé. Paris, Chapelot, 1910; 1 fasc. in-8°.

Les problèmes des marées. Le marégraphe plongeur, par L. Favé. Extrait de la *Revue générale des sciences*, 15 février 1913. Paris, Armand Colin, 1913; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)